

---

## UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

### **EEM 323 – SISTEM PERALATAN & PENGUKURAN**

Masa : 3 Jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

*“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.*

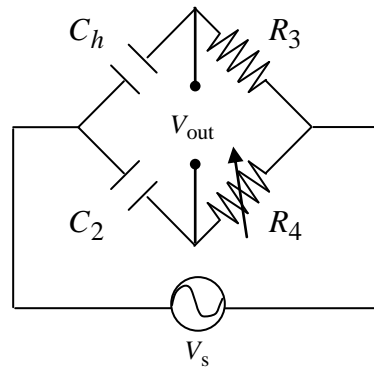
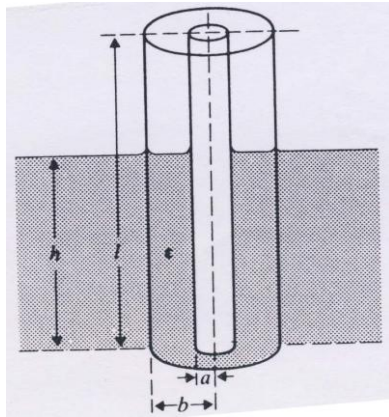
1. (a) Senaraikan sumber ralat yang umum dalam litar tetimbang AC. Seterusnya, nyatakan beberapa langkah berjaga-jaga bagi mengurangkan ralat ini.

*List common source of errors in AC bridge circuits. Hence, state several precautions that should be taken to reduce the errors.*

(40 markah/marks)

- (b) Dalam merekabentuk litar pengesanan untuk mengukur paras ketinggian minyak ( $\epsilon_{oil}$ ) di dalam tangki, sensor pengukuran paras berkapasitif telah dicadangkan. Sementara itu, litar empat lengan De-Sauty terubahsuai telah dicadangkan untuk mengesan isyarat. Rajah 1 menunjukkan sistem peralatan dan pengukuran. Di dalam rajah ini  $R_4$  dan  $C_2$  ialah rintangan dan kapasitan tulen masing-masingnya,  $C_h$  ialah kapasitan sensor pada ketinggian  $h$  minyak dan  $R_4$  ialah rintangan boleh-ubah.

*In designing a sensing circuit for measuring the level of oil ( $\epsilon_{oil}$ ) inside a tank, the capacitive level sensor has been proposed. Meanwhile, the simplified four-arm De-Sauty bridge has been suggested for signal detection. Figure 1 shows the instrumentation and measurement system. In this figure  $R_4$  and  $C_2$  are pure resistance and capacitance respectively,  $C_h$  is the sensor capacitance at a height  $h$  of the oil and  $R_4$  is the variable resistance.*



Rajah 1  
Figure 1

Hubungan di antara  $C_h$  dan  $h$  sensor kapasitif adalah seperti berikut:

*The relationship between  $C_h$  and  $h$  of the capacitive sensor is as follows:*

$$C_h = \frac{2\pi\epsilon_0}{\log_e\left(\frac{b}{a}\right)} [1 + (\epsilon_{oil} - 1)h]$$

- (i) Terbitkan syarat-syarat keseimbangan Rajah 1,  
*Derive the balanced conditions of Figure 1,*

(30 markah/marks)

- (ii) Kira  $h$  apabila pada keseimbangan  $C_2 = 1000 \mu\text{F}$ ,  $R_4 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 1250 \Omega$ ,  $\epsilon_0 = 1$ ,  $\epsilon_{oil} = 3$ ,  $b = 2 \text{ cm}$  dan  $a = 0.5 \text{ cm}$ ,

*Calculate  $h$  when at balance  $C_2 = 1000 \mu\text{F}$ ,  $R_4 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 1250 \Omega$ ,  $\epsilon_0 = 1$ ,  $\epsilon_{oil} = 3$ ,  $b = 2 \text{ cm}$  and  $a = 0.5 \text{ cm}$ ,*

(20 markah/marks)

- (iii) Nyatakan sumber ralat utama dalam 1(b)(ii).  
*State the main source of error in 1(b) (ii).*

(10 markah/marks)

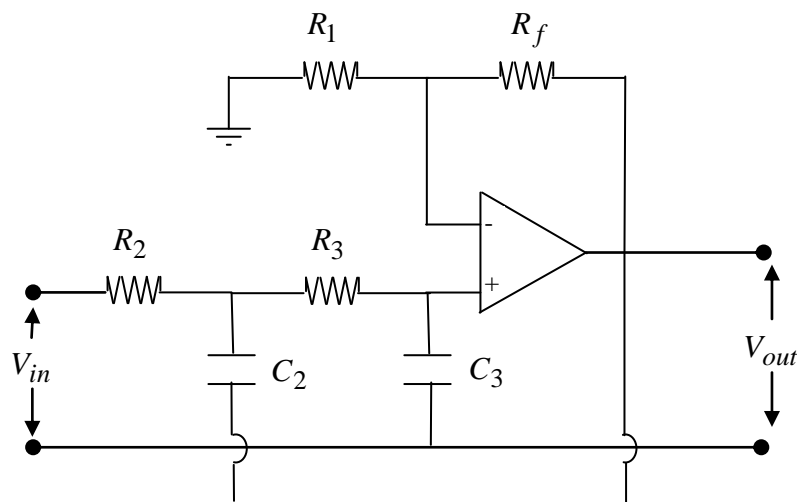
2. (a) Terangkan kepentingan faktor kualiti  $Q$  dan faktor redaman  $\xi$  dalam rekabentuk penapis.

*Explain the important of the quality factor  $Q$  and the damping factor  $\xi$  in filter design.*

(40 markah/marks)

- (b) Penapis laluan rendah Sallen-Key tertib kedua ditunjukkan di dalam Rajah 2.

*The Sallen-Key second order low pass filter is shown in Figure 2.*



Rajah 2  
Figure 2

Fungsi pindah litar di atas diberikan oleh

*The transfer function of the above filter is given by*

$$H(s) = \frac{\frac{G}{R_2 R_3 C_2 C_3}}{s^2 + \left( \frac{R_3 C_3 + R_2 C_3 + R_2 C_2 - G R_2 C_2}{R_2 R_3 C_2 C_3} \right) s + \frac{1}{R_2 R_3 C_2 C_3}}$$

dan/and  $G = 1 + \frac{R_f}{R_1}$ . Menggandaikan/Assuming  $R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,

$C_2 = C$ ,  $C_3 = 2C$  dan/and  $R_f = R_1$ ,

...5/-

- (i) Rekabentuk litar Rajah 2 supaya frekuensi resonan  $\omega_o = 1000 \text{ rad/sec}$  ,  
*Design filter in Figure 2 such that the resonance frequency*  
 $\omega_o = 1000 \text{ rad/sec}$  ,  
 (15 markah/marks)

- (ii) Daripada 2(b)(ii), kira faktor Q dan  $\xi$  untuk penapis tersebut,  
*From 2(b)(ii), calculate the Q and damping  $\xi$  factors of the filter,*  
 (15 markah/marks)

- (iii) Seterusnya, ubahsuai Rajah 2 supaya penapis tersebut menunjukkan sambutan Butterworth dengan  $|H(j\omega_0)| = 1$  atau 0 dB.

*Hence, modify Figure 2 so that the above filter has the Butterworth response such that  $|H(j\omega_0)| = 1$  or 0 dB.*

(30 markah/marks)

Diberikan

*Given*

Fungsi pindah am penapis laluan rendah tertib kedua

*General transfer function of the second order low-pass filter*

$$H(s) = \frac{G(\omega_0)s}{s^2 + \left(\frac{\omega_0}{Q}\right)s + \omega_0^2}$$

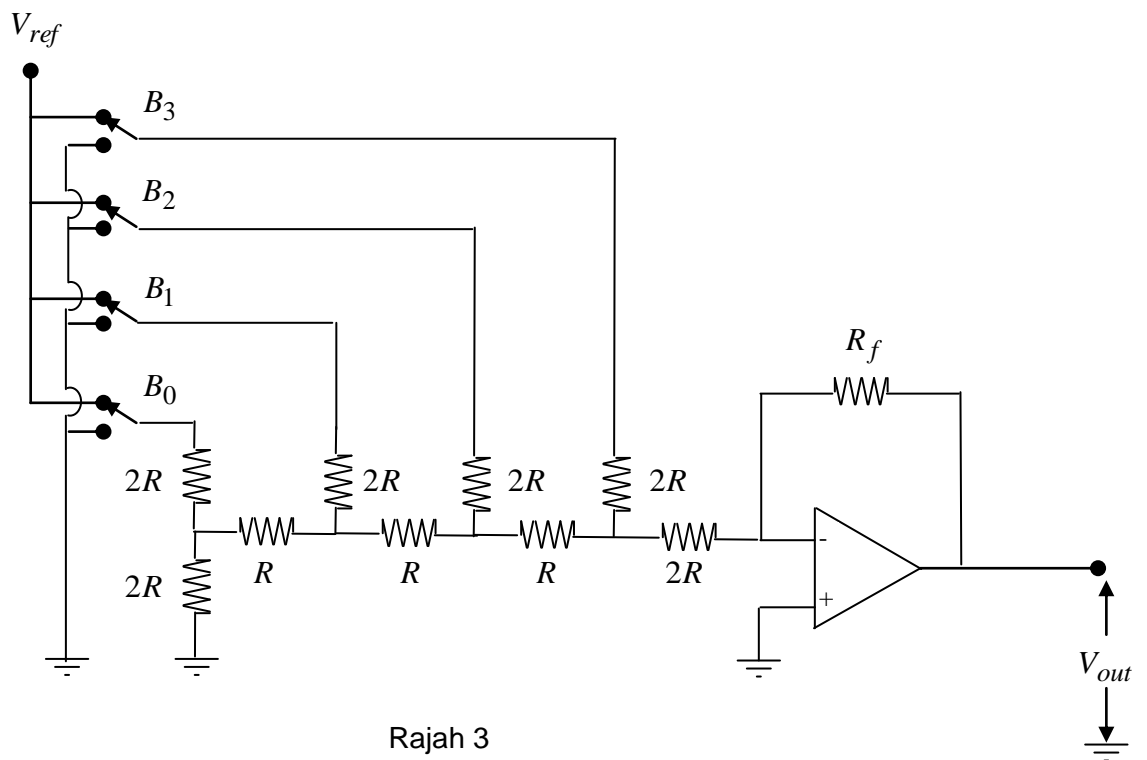
3. (a) Jelaskan ungkapan (i) resolusi, (ii) ralat kuantum, (iii) masa perolehan  $t_{aq}$ , (iv) masa bukaan  $t_{ap}$  dan (v) masa pengenapan  $t_s$  merujuk kepada penukar analog-ke-digit.

*Explain the terms (i) resolution, (ii) quantum error, (iii) acquisition time  $t_{aq}$ , (iv) aperture time  $t_{ap}$  and (v) settling time  $t_s$  with respect to the analogue-to-digital converter.*

(40 markah/marks)

- (b) Penukar digit-ke-analog 4-bit jenis  $R-2R$  ditunjukkan dalam Rajah 3.

*The 4-bit  $R-2R$  type digital-to-analogue converter is shown in Figure 3.*



- (i) Terbitkan output  $V_{out}$  apabila hanya bit paling bererti (MSB) di 'on',  
*Derive the output  $V_{out}$  when the most significant bit (MSB) is turned on only,*  
(15 markah/marks)
- (ii) Ulangi 3(b)(i) untuk bit bererti terkecil (LSB),  
*Repeat 3(b)(i) for the least significant bit (LSB),*  
(15 markah/marks)
- (iii) Ulangi 3(b)(i) untuk input  $B_3B_2B_1B_0 = 1001$ ,  
*Repeat 3(b)(i) for an input  $B_3B_2B_1B_0 = 1001$ ,*  
(15 markah/marks)
- (iv) Daripada 3(b)(i-iii) terbitkan ungkapan am bagi  $V_{out}$ .  
*From 3(b)(i-iii) derive the general expression for  $V_{out}$ .*  
(15 markah/marks)

4. (a) Apakah kaedah-kaedah yang berbeza untuk mengukur suhu?  
*What are the different methods to measure temperature?*  
(15 markah/marks)

- (b) Perihalkan prinsip kerja bagi termistor dan meter suhu rintangan logam. Apakah perbezaannya?

*Describe the working principle of a thermistor and metallic resistance thermometer. What are the differences?*

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah meter suhu perintang platinum memiliki rintangan  $140.5 \Omega$  dan  $100.0 \Omega$  masing-masing pada  $100^\circ\text{C}$  dan  $0^\circ\text{C}$ . Jika rintangannya menjadi  $205.5 \Omega$  bila bersentuhan dengan gas panas, tentukan suhu gas tersebut. Pekali suhu platinum adalah  $0.0039 ^\circ\text{C}^{-1}$ .

*A platinum resistance thermometer has a resistance of  $140.5 \Omega$  and  $100.0 \Omega$  at  $100$  and  $0 ^\circ\text{C}$ , respectively. If its resistance becomes  $205.5 \Omega$  when it is in contact with a hot gas, determine the temperature of the gas. The temperature coefficient of platinum is given  $0.0039 ^\circ\text{C}^{-1}$ .*

(30 markah/marks)

- (d) Apakah itu pekali kadar alir? Apakah yang boleh diketahui pada nilai pekali kadar alir yang kecil? Berikan nilai pekali kadar alir bagi meter orifis dan meter venturi?

*What is discharge coefficient? What does smaller discharge coefficient tells us? Give the discharge coefficient values for orifice plate and venturi meter.*

(25 markah/marks)



5. (a) Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan penggunaan “potentiometer” untuk pengukuran anjakan.

*With an aid of a suitable diagram explain the use of the potentiometer for displacement measurement.*

(30 markah/marks)

- (b) Lakar dan terangkan sekurang-kurangnya dua jenis pengukur aliran wayar panas

*Sketch and explain at least two types of hot wire anemometry probes*

(40 markah/marks)

- (c) Air diluahkan melalui sebuah orifis berbucu tajam bergaris pusat 50mm dengan turus yang diukur 4.6m memberikan kadar aliran  $2\text{m}^3$  dalam 3 minit. Tentukan pemalar orifis dan luahan apabila turus berada 6m di atas orifis tersebut.

*Water is discharged through a 50mm diameter sharp edged orifice under a head of 4.6m the measured rate of flow is found to be  $2\text{m}^3$  in 3 minutes. Determine the discharge coefficient of the orifice and the discharge when the head is 6m above the orifice.*

(30 markah/marks)

6. (a) Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan penggunaan meter alir ultrabunyi untuk pengukuran aliran.

*With an aid of a suitable diagram explain the use of the ultrasonic flow meter for flow measurement.*

(25 markah/marks)

- (b) Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan penggunaan meter alir masa penerbangan untuk pengukuran aliran.

*With an aid of a suitable diagram explain the use of the time-of-flight flow meter for flow measurement.*

(25 markah/marks)

- (c) Takrifkan “gauge faktor” dalam konteks pengukuran tekanan menggunakan “ electrical-resistance strain gauge”.

*Define “gauge factor” in the context of pressure measurement using electrical-resistance strain gauge.*

(20 markah/marks)

- (d) Untuk Termistor tertentu,  $\beta = 3140$  K dan rintangan pada  $27^{\circ}\text{C}$  diketahui nilainya iaitu  $1550\ \Omega$ . Termistor tersebut digunakan untuk pengukuran suhu dan rintangan yang diukur adalah sebanyak  $2330\ \Omega$ . Cari suhu diukur. ( $\beta$  adalah pemalar yang ditentukan melalui eksperimen).

*For a certain thermistor,  $\beta = 3140$  K and the resistance at  $27^{\circ}\text{C}$  is known to be  $1550\ \Omega$ . The thermistor is used for temperature measurement and the resistance measured is as  $2330\ \Omega$ . Find the measured temperature. ( $\beta$  is the experimentally determined constant for the given material).*

(30 markah/marks)

ooooOoooo